

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP360064194A

PAT-NO: JP360064194A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 60064194 A

TITLE: HEAT TRANSFER TUBE

PUBN-DATE: April 12, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

NOSETANI, KIYOSHI

TAKEDA, IWAO

HASHIMOTO, HIROMI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD

N/A

APPL-NO: JP58172610

APPL-DATE: September 19, 1983

INT-CL (IPC): F28F001/26;F28F013/02

US-CL-CURRENT: 165/133

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve both functions of condensation and evaporation by a method wherein a plurality of recesses are formed at the bottom of a groove and valleys are provided on external fins with depths not arriving at the bottom while the bottoms of the valleys are protruded to the side of the groove.

CONSTITUTION: The outer peripheral surface of a heat transfer tube 2, made of a metal having a good heat transfer rate, is provided integrally with a spiral external fin 4 with a predetermined pitch. The external fin 4 is formed into a protrusion, whose thickness becomes thinner at the tip end side in the direction of the height thereof and provided with valleys 8 in the lengthwise direction thereof with predetermined intervals while the valleys are notched into V-shape with the depth not arriving at the bottom of the groove 6. Mountains 10 and the valleys 8 are formed in the lengthwise direction of the fin alternately and the mountains 10 are provided with substantially pyramid shapes and both side surfaces, facing to the groove 6, are recessed into

curvatures. In such heat transfer tube 2, the external fins 4, having the mountains 10 and valleys 8, promote the function of condensation while cavities 16 between narrowed parts 14 in the groove 6 and the recesses 18 formed in the groove 6 promote the function of evaporation whereby both functions may be well satisfied.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-64194

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>  
F 28 F 1/26  
13/02

識別記号

庁内整理番号

6748-3L  
7380-3L

⑬ 公開 昭和60年(1985)4月12日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 伝熱管

⑯ 特 願 昭58-172610

⑰ 出 願 昭58(1983)9月19日

⑱ 発 明 者 野 世 溪 精 名古屋市港区千年三丁目1番12号 住友軽金属工業株式会社技術研究所内

⑱ 発 明 者 竹 田 岩 男 名古屋市港区千年三丁目1番12号 住友軽金属工業株式会社技術研究所内

⑱ 発 明 者 橋 本 博 實 愛知県宝飯郡一宮町大木新道100番地 住軽伸銅工業株式会社内

⑲ 出 願 人 住友軽金属工業株式会社 東京都港区新橋5丁目11番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 中島 三千雄 外2名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

伝熱管

## 2. 特許請求の範囲

管外面に管周方向の外面フィンを所定ピッチで一体的に形成する一方、該外面フィンの間が管周方向に延びる溝部とされた伝熱管において、

該溝部の底部に、その長さ方向に所定の間隔をおいて複数の凹所を形成する一方、前記外面フィんに、前記溝部の底部に達しない深さでフィン長さ方向に所定の間隔をもって谷部を設け、かつ該谷部の底部部分を前記溝部の側に突出せしめることにより該溝部に狭窄部を形成したことを特徴とする伝熱管。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、管外面に管周方向の外面フィンが所定ピッチで一体的に形成された伝熱管に係り、特に管外面における伝熱特性を向上させ得る伝熱管に関するものである。

従来、熱交換器などに用いられる伝熱管は、凝

縮促進用と蒸発促進用との2種類のものが製作され、もしくは考案されてきた。一般に、凝縮促進用の伝熱管は多数の外面フィンを管周方向に備えたものが一般的であり、また蒸発促進用の伝熱管は管外周面に管外部に連通する多数の空洞部を備えて、沸騰機能を高めるような構造が一般的である。そして、凝縮器等には専ら凝縮促進用の伝熱管が用いられ、蒸発器等には蒸発促進用の伝熱管が用いられるのが普通であるが、例えば、ヒートポンプ式熱交換器のように、一つの伝熱管で凝縮と蒸発とが同時に起こるような伝熱装置においては、上述の機能別の伝熱管を適用することは望ましくない。いずれのタイプの伝熱管を用いたとしても、凝縮機能あるいは蒸発機能のどちらかが十分に果たされないこととなるからである。

ここにおいて、本発明は、そのような事情に基づいて為されたものであり、その目的とするところは、凝縮機能と蒸発機能との双方の機能を備えた伝熱管を提供することにある。

このような目的を達成するために、本発明にあ

って、管外面に管周方向の外面フィン在所定ピッチで一体的に形成する一方、その外面フィンの間が管周方向に延びる溝部とされた伝熱管において、該溝部の底部に、その長さ方向に所定の間隔をおいて複数の凹所を形成する一方、上記外面フィンに、該溝部の底部に達しない深さでフィン長さ方向に所定の間隔をもって谷部を設け、かつ該谷部の底部部分を上記溝部の側に突出せしめることにより、その溝部に狭窄部を形成するようにしたのである。

このようにすれば、外面フィンおよびそのフィンに形成された谷部が凝縮性能を向上させ、また狭窄部の存在に基づき有効な沸騰作用、ひいては蒸発性能の向上を図ることができる。さらに、溝部の底部に形成された凹所が、主として蒸発機能を更に助長することに寄与し、そのような構造の有機的な組合せにより、凝縮性能と蒸発性能との双方の機能を満足する伝熱管を提供することが可能となったのである。

以下、本発明の幾つかの実施例を図面に基づい

て詳細に説明する。

第1図は、本発明に従う伝熱管の一例を示す一部切欠斜視図であり、そこにおいて2は、銅、銅合金あるいはアルミニウム若しくはアルミニウム合金等の熱伝達率のよい金属からなる伝熱管である。この伝熱管2の管外周面には、管材料からなる螺旋状の外面フィン4が所定ピッチで一体に設けられている。その結果、それら外面フィン4の間が管周方向に螺旋状に延びる溝部6とされている。

この外面フィン4は、第3図から明らかなように、その高さ方向における先端側に向かう程厚さが漸次薄くなる突条形態で形成されている。また、それら外面フィン4には、フィン長さ方向に所定の間隔をもって谷部8が設けられており、その谷部8の形成によって、外面フィン4が、溝部6の底部には達しない深さでほぼV字形に切り欠かれた形態となっているのである。

そして、外面フィン4において谷部8が形成されていない残された部分が山部10とされており、

それら山部10と谷部8とが、フィン長さ方向において交互に形成され、かつ隣り合う外面フィン4の山部10同士および谷部8同士が、外面フィン4とはほぼ直角な方向において対応する位置関係を有するようにされている。また、かかる山部10は、ほぼ四角錐台形状を有しており、かつ、溝部6に臨む側の両側面が溝部6の側に向かって湾曲状に凹となっている。

そして、このような山部10と谷部8とが連続する形態が、管外面に接触せしめられる所定の流体に対する接触面積を増加させ、凝縮性能を高めることに有効となるのである。また、外面フィン4に付着する凝縮後の流体が外面フィン4の表面に厚い液膜を作ることが避けられて、外面フィン4からの凝縮液の離脱を促進する効果も得られるのである。

なお、谷部8は、上述のように、伝熱管溝部6の底部に達しない深さで形成されているが、第4図に示される谷部8の深さ： $h_s$ は、外面フィン4の高さを $h_f$ とすれば、 $h_s/h_f = 1/4 \sim$

$3/4$ 程度の範囲が望ましく、概ね $1/2$ 程度が好適と言える。また、谷部8のフィン長さ方向におけるピッチ $P_s$ （第2図参照）は、伝熱管2の外径が例えば20mm前後で、外面フィン4の高さが例えば1～3mm前後の場合、 $P_s \approx 0.5 \text{ mm} \sim 2 \text{ mm}$ 程度が望ましい範囲ということができる。そのような範囲に拘泥するわけではないが、谷部のピッチ $P_s$ があまりに小さいと谷部8の形成に困難を来し、また、あまりに大きいと管外面の接触面積を十分に増大させ得ず、凝縮性能を高める効果が小さくなるからである。

また、かかる谷部8の底部部分は、両側に位置する溝部6の側にそれぞれ突出させられている。すなわち、谷部8の底部を構成する外面フィン4の両側壁部がそれぞれ側方に突出せしめられて、突出部12が形成されているのである。そして、溝部6を隔てて隣り合う谷部8の突出部12同士が、それらの突出端部において互いに近接せられ、それによって、第2図に示されるように溝部6の長さ方向において溝幅を狭くする狭窄部14

が形成されることとなる。また、かかる狭窄部14によって、溝部6は、いわば溝長手方向において複数の空洞部16に分断されたような格好とされているのである。

ところで、このような狭窄部14は、谷部8が通常ローレット加工により形成されるところから、谷部8の形成のために外面フィン4の外周部(先端部)にローレット掛けローラを押圧し、そこを押しつぶして塑性変形させる際に、外面フィン4を構成する管材料を溝部6の側に押し出すように移動させることによって、通常は谷部8の形成と同時に、かかる突出部12、ひいては狭窄部14が形成されることとなるのである。そして、溝部6の長手方向において隣り合う狭窄部14の間に形成されている一種の空洞部16が、沸騰作用の核として有効に機能し、伝熱管2の管外面における蒸発機能の促進に寄与するのである。

なお、狭窄部14の間隔： $x$ は、外面フィン4のピッチを $P_f$ とし、また谷部形成前の外面フィン4の厚さを $t$ とすれば、概ね次のような範囲、

すなわち

$$0 \leq x \leq (P_f - t) / 2$$

の範囲を満足するように定めることが望ましいと言える。言い換えれば、狭窄部14を形成する突出部12同士が実質的に隙間のない状態で突き合わされ、当接した状態でも良いのであり、また、ある程度当接部12同士が離れた状態とする場合には、谷部形成前における溝部6の溝幅の $1/2$ 以下程度に狭窄部14の間隔を設定することが好適となるのである。狭窄部14の間隔があまりに大きいと沸騰作用の核となるような空洞部16を形成し難くなるからである。

一方、溝部6の底部には、第1図に示されるように、溝長手方向に所定の間隔をおいて複数の凹所(ディンプル)18が形成されている。この凹所18は、それ自身が主に沸騰作用の核となり得、管外面における蒸発機能の促進に寄与し得るものであるが、溝部6の長手方向において互いに隣り合う狭窄部14の間に位置するように形成すれば、あるいは凹所18の、溝長手方向における両端部

が狭窄部14にそれぞれ対応する部位に位置し、かつ複数の狭窄部14にまたがって形成するようにすれば、狭窄部14間に形成された空洞部16が更に深さ方向に奥行きを持つこととなるため、核沸騰作用が一層促進されるようになるのである。もっとも、凹所18は、上述のようにそれ自身が沸騰作用の核となり得るから、狭窄部14と特別の位置関係を有しないで溝部6の長さ方向に所定のピッチで形成されても蒸発機能の向上に寄与することとなる。

かかる凹所18の大きさは、伝熱管2の管外径が例えば20mm前後で、外面フィン厚さが0.2～0.4mm、またフィン高さが1～3mmで溝部6のピッチが0.5～1.3mm程度であるとすれば、凹所18の深さが0.2～1.0mm程度、また長さが0.5～5mm程度が好適な範囲となる。

なお、凹所18の形成によって、その位置に対応する管内面が凹所18にはば対応する範囲で内側に突出せしめられて突部が形成されるようにしてもよく、他方、管内面にはそのような突部が形

成されないで、管外面の溝部6に上記のような凹所18だけが存在するようにしてもよい。

そして、凹所18の形成は、例えば鋸歯状ディスクを用い、かかる鋸歯状ディスクの鋸歯を伝熱管2の溝部6に押し付けることにより、比較的容易に行うことができるが、管内面側に芯部材としてのダイスを挿入しておけば、管内面には突部が形成されず、溝部6に凹所18のみが形成される結果となり、また、管内面に挿入されるダイスを鋸歯状ディスクの鋸歯から管軸方向においてずらしておけば、溝部6の鋸歯によって押圧される部分が凹所18となる一方、その管壁が管内側に押しやられて上述のような突部が併せて形成されることとなるのである。ただし、凹所18の形成は、外面フィン4を形成した後、谷部8および狭窄部14を形成するのに先立って行うことが望ましい。

例えば、目的とする伝熱管を与える素管の外周面に対して所定のフィン形成ディスクを押圧せしめることにより、外面フィン4を転造形成する一

方、そのフィン形成ディスクの外周フィン形成方向における下流側に、上述のような鋸歯状ディスクを配置し、形成された外周フィン間の溝部6の底部にかかる鋸歯状ディスクの鋸歯を押圧せしめることにより、該鋸歯による押圧部分を陥没させるようにする。さらに、そのような鋸歯状ディスクの下流側に、所定のローレット掛けローラを配置し、そのローラにより外周フィン4の外周部を所定間隔で押し付けて、谷部8および狭窄部14を形成することが好適となる。

なお、谷部8および狭窄部14の形成に際して、外周フィン4の外周部を複数ピッチにわたって同時に押圧するローレット掛けローラを用いる代わりに、外周フィン4の幅とほぼ等しい幅を有する谷部形成ディスク（歯車状のディスク）を用い、そのディスクを外周フィン4の外周部にフィン螺旋方向に沿って1ピッチずつ押し付けることにより、谷部8等を形成してもよい。

以上のような伝熱管2にあっては、山部10と谷部8とを有する外周フィン4が、主に管外面に

おける凝縮機能を促進し、また溝部6における狭窄部14間の空間（空洞部16）ならびに溝部6に形成された凹所18が、主に核沸騰機能の促進、ひいては管外面における蒸発機能を促進し、一つの伝熱管でありながら、凝縮性能と蒸発性能との二つの機能を共に良好に満足させることができるのである。従って、管外面において凝縮と蒸発との二つの挙動が同時に、あるいは時間的なずれをおいて生じることとなるような用途、例えばヒートポンプ式熱交換器等における伝熱管に特に有効に用いることができるのである。

ところで、上記実施例においては、谷部8や山部10が管軸方向において略対向した位置に配置された構成となっているが、第5図に示されるように、互いに隣り合う外周フィン4の谷部8をフィン長手方向においてやや位置がずれるように設け、やや位置がずらされた谷部8の突出部12同士の間接によって、狭窄部14が構成されるようにしても何等差支えないのである。

また、第6図に示されるように、隣り合う外面

フィンの山部10と谷部8とが互い違いの位置関係を有するように構成し、谷部8の突出部12を山部10の側壁面中央に向かって突出せしめることにより、それら突出部12と山部10側壁面とによって狭窄部14が構成されるようにすることも可能である。

なお、第5図あるいは第6図に示されるように、互いに隣り合う外周フィン4における山部10と谷部8とを位置をずらして設ける場合、先に触れたような谷部形成ディスクを用い、かつその押圧歯のピッチを選ぶことにより、谷部10と山部8との位置形態を適宜に選ぶことができる。

さらに付言すれば、外周フィン4を管周方向において螺旋状に連続して形成する以外に、管周方向において管軸に対して同心的な円環状の外周フィンを所定間隔で多数形成するようにしてもよい。また、山部10の形状は、前述のような四角錐台形状に限られるものではなく、他の適宜の形状とすることも可能である。また、谷部8をフィン長さ方向において比較的大きな間隔をもって設ける

場合には、山部と谷部とが交互に位置するという形態にはならないが、そのような形態をとっても本発明の利益は享受することができるのである。

次に、本発明の効果を更に具体的に明らかにするために、本発明に従う伝熱管に対して行った実験の実験データを以下に示す。ただし、かかるデータによって本発明が限定的に解釈されるものではないことは言うまでもない。

この実験は、第1図および第2図に示されるような伝熱管2について、螺旋状の外周フィン4が19山/インチで形成された伝熱管Cと、26山/インチで形成された伝熱管Dとを対象としたものであり、また比較のために、谷部8も凹所18も形成されていない従来の伝熱管について、螺旋状の外周フィンが19山/インチ、および26山/インチで形成されたそれぞれの伝熱管A、Bに対して同様な実験を行い、その結果を第1表に併せて示した。

なお、それら実験に用いた伝熱管は、いずれも管外径が19.05mm、有効長さ2000mmのもの

であり、更に本発明管CおよびDについては、谷部8の深さと外面フィン4の高さとの比： $h_2/h_1 \approx 1/2$ であって、狭窄部14間の隙間： $x \approx (P_1 - l)/4$ 、かつ螺旋状外面フィン4のピッチ $P_1 \approx 1$ mmのものを取り上げた。また、試験条件については第1表に併記されている。

第 1 表

	外面フィン 突出ピッチ	凝縮伝熱係数 (外基準) (kcal/m <sup>2</sup> hr℃)	蒸発伝熱係数 (外基準) (kcal/m <sup>2</sup> hr℃)
従来管 A	19山/インチ	8540	10900
従来管 B	26山/インチ	9300	13000
本発明管 C	19山/インチ	12200 (+43%)	20400 (+87%)
本発明管 D	26山/インチ	16300 (+75%)	27000 (+108%)
試験条件	冷却	R-22	R-22
	試験平均 温度差(℃)	6.5~7.3	4.2~5.0
	管内流速 (m/s)	1.5~3.0	1.5~3.0
	熱流束 (kcal/m <sup>2</sup> hr℃) (外基準)	48000 ~ 57000	23000 ~ 32000
	管外温度 管外温度 (39.6~40.1℃)	凝縮温度40℃ (39.6~40.1℃)	蒸発温度19℃ (19.0~19.2℃)
	管内水温	30±0.1℃	25±0.1℃

かかる第1表に示す実験結果から明らかなように、本発明管C、Dにあつては、管外面における凝縮性能および蒸発性能をそれぞれ示す凝縮伝熱係数ならびに蒸発伝熱係数が、いずれも従来管A、Bを上回っており、凝縮伝熱係数については従来管に比べて約40%~80%近く向上し、また蒸発伝熱係数については約80%~100%を超える向上率を達成していることが理解されるのである。なお、外面フィンのピッチが小さい程、狭窄部を形成した効果を得られることが判り、また、 $h_2/h_1$ が $1/4 \sim 3/4$ の範囲において、それ程大きな差は見られなかった。

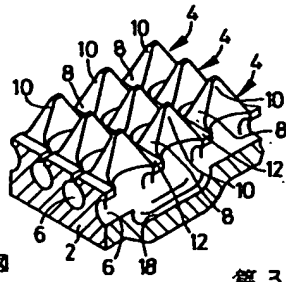
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に従う伝熱管の一具体例を示す一部切欠き斜視図であり、第2図は第1図における平面図である。第3図は、第2図におけるⅢ-Ⅲ断面図であり、第4図は第2図におけるⅣ-Ⅳ断面図である。第5図および第6図は、それぞれ本発明の別の実施例を示す部分平面図であつて、それぞれ第2図に対応する図である。

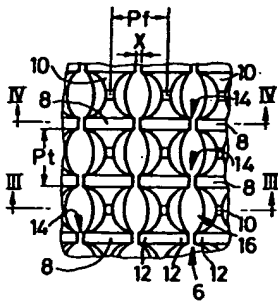
- 2 : 伝熱管
- 4 : 外面フィン
- 6 : 溝部
- 8 : 谷部
- 10 : 山部
- 12 : 突出部
- 14 : 狭窄部
- 16 : 空洞部
- 18 : 凹所



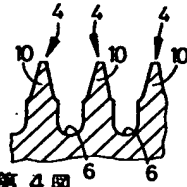
第1圖



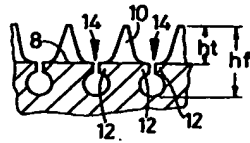
第2圖



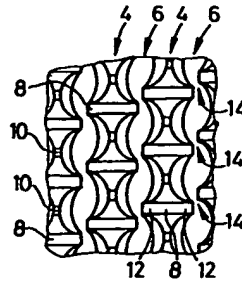
第3圖



第4圖



第5圖



第6圖

